



繰り返し衝撃による被包装物の蓄積疲労損傷評価に関する研究

北澤, 裕明

(Degree)

博士 (工学)

(Date of Degree)

2015-09-25

(Date of Publication)

2016-09-01

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲第6493号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1006493>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



論文内容の要旨

氏 名 北澤 裕明

専 攻 海事科学専攻

論文題目 (外国語の場合は、その和訳を併記すること。)

繰り返し衝撃による被包装物の蓄積疲労損傷評価に

関する研究

指導教員 齋藤 勝彦

(注) 2, 000 字～4, 000 字でまとめること。

被包装物の輸送中における蓄積疲労損傷を防止するために、これまでに損傷の評価、再現および対策に関する研究が行われているが、被包装物の蓄積疲労要因として、振動が対象とされている。一方、衝撃による被包装物の易損性を評価するために、衝撃印加時のピーク加速度 (Peak Acceleration, 以下、 $PAcc$) および速度変化 (Velocity Change, 以下、 Vc) の組み合わせに対応する損傷限界曲線 (Damage Boundary Curve, 以下、 DBC) を導出する手法が理論化され、これに基づく緩衝包装设计が行われてきた。しかし、この理論において、被包装物の損傷発生までの衝撃の繰り返し回数 (以下、 N) は考慮されてこなかった。農産物のように、被包装物の中には輸送中に繰り返し衝撃を受けることにより疲労が蓄積し損傷するものがあり、このような被包装物の繰り返し衝撃による損傷を防止するための包装设计においては、 $PAcc$ 、 Vc および N を考慮した評価手法の導入が必要である。

これらの点を踏まえた上で本研究は、繰り返し衝撃による被包装物の蓄積疲労損傷に関する評価を行い、この結果に基づき損傷を制御するための包装设计手法を提案することを目的としている。

本論文は、この目的を達成するために、以下に示す 7 つの章から構成されている。

第 1 章では、蓄積疲労損傷を評価するための理論の 1 つである、S-N 曲線理論を応用した、繰り返し応力や振動による材料および物品の損傷評価が行われてきたことを述べている。

第 2 章では、イチゴ果実を対象として S-N 曲線理論を応用した蓄積疲労損傷評価を行い、 $PAcc$ と N の関係を S-N 曲線により表すことができること、およびこの曲線を用いることにより、繰り返し衝撃により損傷する被包装物の蓄積疲労損傷を評価できることを証明した。

第 3 章では、 N に及ぼす Vc の影響について検討するために、物品に衝撃を繰り返し印加した際における $PAcc$ と対となる Vc の違いが N に及ぼす影響を検証し、繰り返し衝撃による物品の蓄積疲労損傷の発生において、衝撃 1 回あたりの損傷度 (N の逆数、以下、 d) が $PAcc$ と Vc の組み合わせにより様々に変化することを実証した。さらに、この点を踏まえ、 $PAcc$ と Vc の組み合わせ条件が多様となる実輸送環境を想定した上で、蓄積疲労により損傷する被包装物の損傷評価および包装设计を行う場合、それらの組み合わせに対応する d を想定する必要があることを提言した。

第 4 章では、第 3 章においてその可能性を提示した、繰り返し衝撃による被包装物の蓄積疲労損傷の発生に及ぼす $PAcc$ と Vc の組み合わせの影響を、実輸送で用いられる包装条件下で検証した。繰り返し衝撃による被包装物の蓄積疲労損傷の評価を $PAcc$ および d の関係のみにより実施した場合、 d の値を見誤ることを証明した。さらに、任意の $PAcc$ と Vc の組み合わせから導出される d に対応する DBC を導出し、繰り返し衝撃による損傷評価において DBC が応用できることを証明した。

(氏名： 北澤 裕明 NO.2)

第5章では、第4章に引き続き、繰り返し衝撃による被包装物の蓄積疲労損傷の発生に及ぼす $PAcc$ と Vc の組み合わせの影響を、実輸送で用いられる包装条件下で検証することとし、多段積みされた包装形態における段（部位）の違いが、被包装物の d に及ぼす影響を検証した。その結果、多段積み包装において段の違いにより任意の $PAcc$ に対応する Vc が様々に変化することを実証するとともに、任意の衝撃が印加された際の d が段により異なることを明らかにした。また同時に、その理由が Vc の影響によることを明らかにした。さらに、これらの結果を通して多段積み包装される被包装物の緩衝包装设计において、特定の段における $PAcc$ および Vc に基づいて算出した d を用いて、それ以外の段における損傷を見積った場合、包装全体における損傷程度を見誤る危険性があることを証明した。

第6章では、第5章の検証を踏まえ、まず多段積みされた被包装物の損傷を制御するための方法について検討し、包装容器と包装容器の間もしくは包装全体の最底面に板またはシート状の緩衝材を配置することにより、段ごとの $PAcc$ 、 Vc を様々に変化させることができることを明らかにした。次に、 $PAcc$ および Vc を説明変数、 d を目的変数とした重回帰分析を行い、これらの変化により、 d が最大となる段を様々に変化させることができることを実証するとともに、この変化を利用することによる、異なる易損性を有する被包装物の混載を可能とする多段積み包装方法を提案した。

第7章では、第2章から第6章における実験結果を踏まえた本研究の結論として、衝撃印加時における $PAcc$ と Vc の組み合わせに対応する d を考慮することにより、被包装物の蓄積疲労損傷の制御を可能とする包装设计が実現できることを述べた。

以上、本論文は繰り返し衝撃による被包装物の蓄積疲労損傷評価を $PAcc$ 、 Vc および d の3要因を考慮することにより実施しなければならない理由を、実輸送で用いられる包装形態を用いた実証試験を通して証明するとともに、それらの3要因を考慮した損傷防止のための包装方法を提案するものである。本研究の成果は、合理的な緩衝包装设计の確立に資することが期待でき、貨物の安全輸送を支える包装技術の向上に貢献できる。

氏名	北澤 裕明		
論文題目	繰り返し衝撃による被包装物の蓄積疲労損傷評価に関する研究 (Evaluation of Damage Due to Cumulative Fatigue to Packaged Products)		
審査委員	区分	職名	氏名
	主査	教授	齋藤 勝彦
	副査	教授	阿部 晃久
	副査	教授	河口 信義
	副査		
印			
要 旨			
<p>輸送振動を要因とする包装内容品の蓄積疲労損傷を防止するために、損傷の評価と再現および防振包装に関する検討がなされている。一方、輸送中の繰り返し衝撃を要因とする包装内容品の蓄積疲労損傷については、十分な検討がなされていない。そこで本論文では、繰り返し衝撃による包装内容品の蓄積疲労損傷に関する評価を行い、損傷抑制のための包装设计手法を提案している。</p> <p>本論文は、以下に示す7つの章から構成されている。</p> <p>第1章では、包装内容品の損傷評価に関する過去の研究について述べている。</p> <p>第2章では、包装品へ印加される衝撃ピーク加速度($PAcc$)と包装内容品損傷発生までの衝撃繰り返し回数の関係を明らかにすることによって、包装内容品の繰り返し衝撃による損傷を評価している。</p> <p>第3章では、衝撃1回あたりの包装内容品の損傷度(d)が $PAcc$ と衝撃パルスの速度変化(Vc)の組み合わせにより様々に変化することを実証し、実輸送上で想定される $PAcc$ と Vc の組み合わせにより d を想定した緩衝包装设计の必要性を説いている。</p> <p>第4章では、実輸送を想定した包装内容品の蓄積疲労損傷評価について、$PAcc$ および d の関係のみでは説明できないことを実証するとともに、繰り返し衝撃による蓄積疲労損傷評価に損傷限界曲線を応用展開させている。</p> <p>第5章では、多段積み包装における段の違いが包装内容品の d に及ぼす影響について検討するとともに、段ごとに評価した d を用いて損傷抑制対策のための包装がなされるべきことを述べている。</p> <p>第6章では、多段積み包装に緩衝材を適切に配置することにより、段ごとの $PAcc$ と Vc を適正化させ、蓄積疲労損傷を抑制できることを明らかにするとともに、いろいろな易損性の物品を混載させることによっても、適正な多段積み包装が可能であることを提唱している。</p> <p>第7章では、結論として研究成果をまとめている。</p> <p>以上のように本研究で得られた成果は、合理的な緩衝包装设计の確立に資することが期待でき、貨物の安全輸送を支える包装技術の向上に貢献できる。</p> <p>よって、学位申請者の北澤 裕明は、博士(工学)の学位を得る資格があると認める。</p>			